

REC'D 10 SEP 2001

WIPO PCT

PCT/JP01/06232

日 本 国 特 許 庁 18.07.01

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-336390

出 願 人

Applicant(s):

日本精工株式会社

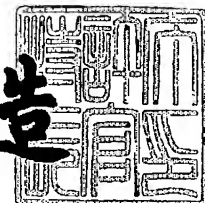
**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2001年 8月24日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3074840

【書類名】 特許願

【整理番号】 200152

【提出日】 平成12年11月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F16C 19/00

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 宇山 英幸

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

【氏名】 植田 光司

【特許出願人】

【識別番号】 000004204

【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【代表者】 関谷 哲夫

【代理人】

【識別番号】 100066980

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 哲也

【選任した代理人】

【識別番号】 100075579

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 嘉昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100103850

【弁理士】

【氏名又は名称】 崔 秀▲てつ▼

特 2 0 0 0 - 3 3 6 3 9 0

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001638

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006534

【包括委任状番号】 9402192

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転がり支持装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 固定体と移動体との間に介装され、構成部品として、転動体と、転動体の軌道を構成する溝を有し固定体側および移動体側に固定される各軌道部材と、を少なくとも備え、転動体が軌道を転がり移動することにより固定体に対する移動体の移動を許容する転がり支持装置において、

固定体側に固定される軌道部材および／または移動体側に固定される軌道部材はチタン合金からなり、

転動体は、鉄鋼材料で形成された後に表面硬化処理が施されて、耐食性の表面硬化層を有することを特徴とする転がり支持装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、耐食性および耐衝撃性が要求される用途に好適な転がり支持装置（転がり軸受、ボールねじ、およびリニアガイド等）に関する。耐食性および耐衝撃性が要求される用途としては、食品機械、半導体素子製造用機器、化学繊維製造用機械等のように、水や海水や化学薬品などのいわゆる腐食性の環境下での用途が挙げられる。

【0002】

【従来技術】

従来、転がり軸受の軌動輪や転動体の材料としては、主に高炭素クロム軸受鋼や焼入れ鋼のような鉄鋼材料が一般的に使用されている。また、転がり軸受の使用環境は多種多様で、水、海水、化学薬品中などの腐食性環境下で使用されることもある。このような高い耐食性が要求される環境で使用される場合には、ステンレス鋼製の転がり軸受が使用されている。しかし、近年、転がり軸受の使用環境が過酷になってきており、ステンレス鋼でも耐食性が不足する場合が生じている。

【0003】

このような腐食性環境用軸受の材料としては、金属材料の中でも非常に高い耐食性を有することから、チタン合金が期待されている。例えば、特開平11-223221号公報には、軌道輪がチタン合金からなり、転動体がセラミックスからなる転がり軸受が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

セラミックス製の転動体は、非常に硬く、耐摩耗性に優れるが、チタン合金製の軌道輪よりもヤング率が高い。チタン合金のヤング率は100～120GPaであり、セラミックスのヤング率は250～400GPaである。

そのため、前記公報に記載の転がり軸受では、転動体と軌道輪との接触面積が非常に小さくなって、接触面圧が非常に大きくなる。すなわち、転動体をセラミックス製にすることによって、チタン合金製の軌道輪が大きく摩耗する可能性がある。また、この転がり軸受では、外部から衝撃荷重がかかると、セラミックス製の転動体が軌道輪に微小な圧痕を生じさせ、騒音や回転トルクむらが発生する恐れがある。

【0005】

本発明は、このような従来技術の問題点に着目してなされたものであり、耐食性および耐衝撃性に優れた転がり支持装置を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、固定体と移動体との間に介装され、構成部品として、転動体と、転動体の軌道を構成する溝を有し固定体側および移動体側に固定される各軌道部材と、を少なくとも備え、転動体が軌道を転がり移動することにより固定体に対する移動体の移動を許容する転がり支持装置において、固定体側に固定される軌道部材および／または移動体側に固定される軌道部材はチタン合金からなり、転動体は、鉄鋼材料で形成された後に表面硬化処理が施されて、耐食性の表面硬化層を有することを特徴とする転がり支持装置を提供する。

【0007】

チタン合金としては、 $\beta$ 型 (near  $\beta$ 型も含む) または ( $\alpha + \beta$ ) 型のものを用いることが好ましい。これらのチタン合金は、 $\alpha / \beta$  変態点直下あるいは直上の温度から溶体化処理を行って  $\beta$  相とした後、 $350 \sim 600^\circ\text{C}$  で時効処理することにより、 $\beta$  相中に微細な  $\alpha$  相を析出させる析出硬化によって、硬さを  $Hv 400$  以上とすることができる。

## 【0008】

転動体としては次の①または②の構成が好ましい。①高炭素クロム軸受鋼で形成された後に、表面硬化処理としてクロム拡散浸透処理が施されて、耐食性の表面硬化層としてクロム拡散層を有する。②クロムを3.0重量%以上 (好ましくは8.0重量%以上) 有する鉄鋼材料で形成された後に、表面硬化処理として窒化処理が施されて、耐食性の表面硬化層として緻密で均一な窒化層を有する。

## 【0009】

①のクロム拡散浸透処理は例えば次のようにして行う。まず、高炭素クロム軸受鋼からなる被処理物と、粉末状のクロム ( $\text{Cr}$ )、粉末状のアルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、粉末状の塩化アンモニウム ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) が調合された薬剤とを、鋼製のケースに入れて密閉し、このケースを炉内に入れる。次に、ケース内に水素 ( $\text{H}_2$ ) ガスあるいはアルゴン ( $\text{Ar}$ ) を通しながら、炉内を  $900 \sim 1100^\circ\text{C}$  に加熱して所定時間保持する。

## 【0010】

これにより、ケース内で薬剤が反応して塩化クロム ( $\text{CrCl}_2$ ) の蒸気が生じる。この塩化クロムが被処理物表面をなす原子と置換反応して、被処理物表面にクロムが拡散浸透する。あるいは、塩化クロムが水素で還元されて析出したクロムが、被処理物表面に拡散浸透する。その結果、被処理物表面にクロム拡散層が形成される。このクロム拡散層は、耐食性を有し、表面硬さは  $Hv 1050 \sim 1100$  となる。

## 【0011】

なお、クロム拡散浸透処理後に徐冷を行うと芯部の硬さは低下するため、この処理後に焼入れおよび焼き戻しを行って芯部を硬くすることが好ましい。

②の窒化処理は例えば次のようにして行う。まず、クロムを3.0重量%以上

(好ましくは8.0重量%以上)有する鉄鋼材料からなる被処理物に対して、例えばフッ化窒素( $\text{NF}_3$ )ガスを用いて、200~400℃でフッ化処理を行う。次に、アンモニア( $\text{NH}_3$ )ガスを用いて、400~500℃で窒化処理を行う。この方法は、Nv窒化処理(エアウォーター(株)の登録商標)と称されている。

## 【0012】

この方法では、前処理としてフッ化処理を行うことにより、窒化処理を400~500℃という低温で行っても、非常に緻密で均一な窒化層が形成できる。この窒化層は、耐食性を有し、表面硬さはHv1230~1350となる。また、低温で窒化処理を行うことにより、被処理物の表面に微細な変形が生じることを防止できる。そのため、表面硬化処理によって転動体の寸法精度が劣化することが防止される。

## 【0013】

なお、クロムを3.0重量%以上(好ましくは8.0重量%以上)有する鉄鋼材料を使用する理由は、表面硬化層の硬さを、良好な耐摩耗性を得るために必要な硬さとするためである。すなわち、②の表面硬化層の硬さは、クロムと窒素が微細なクロム窒化物を形成することによって向上するが、クロムの含有率が3.0重量%未満であると、良好な耐摩耗性を得るために必要な硬さが得られない。

## 【0014】

また、Nv窒化処理によって粗大な共晶炭化物が生じないようにするために、 $[\text{C}(\%)] \leq -0.05[\text{Cr}(\%)] + 1.41$ を満たす鉄鋼材料を使用することが好ましい。

①および②の表面硬化層の厚さ(深さ)は、転動体直径の1.5~6%に相当する寸法であって、100 $\mu\text{m}$ 以下にすることが好ましい。

## 【0015】

①および②の処理によって形成された表面硬化層のヤング率は、被処理物であるステンレス鋼や軸受鋼のヤング率(200~210GPa)とほぼ同じであって、セラミックスのヤング率250~400GPaよりも低い。

本発明の転がり軸受では、固定体側の軌道部材および/または移動体側の軌道

部材は、ヤング率が100～120GPaと小さいチタン合金からなり、転動体のヤング率はセラミックスよりも小さい200～210GPa程度である。

## 【0016】

したがって、本発明の転がり軸受によれば、特開平11-223221号公報に記載の転がり軸受と比較して、転動体と軌道輪との接触面積が大きくなって、接触面圧が小さくなる。そのため、回転時に転動体と軌道輪との間に生じる剪断応力が緩和されて、転がり疲労が生じ難くなる。また、外部から衝撃荷重がかかった時に、転動体および軌道輪に微小な圧痕が生じ難くなる。

## 【0017】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について説明する。

試験用の転がり軸受として、呼び番号6001に相当する単列深溝玉軸受（内径12mm、外径28mm、幅8mm、玉の直径4.76mm、玉の数8個）を、下記の表1の構成で組み立てた。この転がり軸受の断面図を図1に示す。この転がり軸受は、内輪（軌道部材）1、外輪（軌道部材）2、玉（転動体）3、保持器4、およびシール5で構成されている。保持器4としてはフッ素樹脂製の冠形保持器を使用した。また、軸受内に鉱油系のグリースを封入した。

## 【0018】

内輪および外輪としては次の方法で得られた4種類を用意した。

①まず、 $(\alpha + \beta)$ 型チタン合金であるTi-6Al-4Vからなる素材を、所定形状に切削加工した後、950～1000℃で1時間保持する溶体化処理を行い、水冷した。次に、450℃で20時間保持した後、200℃以下になるまで炉内に放置する時効処理を行った。次に、仕上げの研削加工を行った。

## 【0019】

これにより、 $\beta$ 相からなるマトリックスに微細な $\alpha$ 相が分散している結晶組織のチタン合金からなり、表面硬さがHv425～430である内輪および外輪を得た。

②まず、 $\beta$ 型チタン合金であるTi-15Mo-5Zr-3Alからなる素材を、所定形状に切削加工した後、800～850℃で1時間保持する溶体化処理



を行い、水冷した。次に、425℃で17時間保持した後、さらに475℃で7時間保持した後、200℃以下になるまで炉内に放置する時効処理を行った。次に、仕上げの研削加工を行った。

## 【0020】

これにより、 $\beta$ 相からなるマトリックスに①の場合よりも微細な $\alpha$ 相が分散している結晶組織のチタン合金からなり、表面硬さがHv475~480である内輪および外輪を得た。

③まず、Ti-15Mo-5Zrからなる素材を所定形状に切削加工した後、800~850℃で1時間保持する溶体化処理を行い、水冷した。次に、450℃で20時間保持した後、200℃以下になるまで炉内に放置する時効処理を行った。次に、仕上げの研削加工を行った。

## 【0021】

これにより、 $\beta$ 相からなるマトリックスに①の場合よりも微細な $\alpha$ 相が分散している結晶組織のチタン合金からなり、表面硬さがHv550~550である内輪および外輪を得た。

④まず、SUS440Cからなる素材を所定形状に切削加工した。次に、保持温度1000~1050℃、油温度60℃の条件で油焼入れを行った後、150~200℃、2時間の条件で焼き戻しを行った。次に、仕上げの研削加工を行った。これにより、SUS440Cからなり表面硬さがHv670~675である内輪および外輪を得た。

## 【0022】

玉としては次の方法で得られた5種類を用意した。各玉とも、真球度がJIS等級G3以上、表面粗さがRaで0.003 $\mu$ m以下、径相互差が0.05 $\mu$ m化となるように作製した。

①まず、SUJ2（高炭素クロム軸受鋼2種）からなる素材を所定形状に切削加工した後、前述のクロム拡散浸透処理（表1には「クロマイジング」と表記）を980~1050℃、10時間の条件で行った。次に、保持温度830~850℃、油温度60℃の条件で油焼入れを行った後、150~200℃、2時間の条件で焼き戻しを行った。次に、仕上げの研削加工を行った。

## 【0023】

これにより、表面に $10\sim15\mu\text{m}$ （玉の直径の2～3％に相当する寸法）の深さでクロム拡散層が形成され、表面硬さが $Hv1050\sim1100$ である玉を得た。

②先ず、13％Crステンレス鋼（SUS）からなる素材を所定形状に切削加工した。次に、保持温度 $1000\sim1050^{\circ}\text{C}$ 、油温度 $60^{\circ}\text{C}$ の条件で油焼入れを行った後、 $150\sim200^{\circ}\text{C}$ 、2時間の条件で焼き戻しを行った。次に、前述のNv窒化処理（表1には「Nv窒化」と表記）を $410\sim460^{\circ}\text{C}$ 、 $24\sim48$ 時間の条件で行った。次に、仕上げの研削加工を行った。

## 【0024】

これにより、表面に $10\sim15\mu\text{m}$ （玉の直径の2～3％に相当する寸法）の深さで窒化層が形成され、表面硬さが $Hv1230\sim1350$ である玉を得た。

③窒化珪素（ $\text{Si}_3\text{N}_4$ ）からなる素材を所定形状に切削加工した後、仕上げの研削加工を行った。これにより、表面硬さが $Hv1450\sim1570$ である玉を得た。

## 【0025】

④先ず、SUJ2からなる素材を所定形状に切削加工した。次に、保持温度 $830\sim850^{\circ}\text{C}$ 、油温度 $60^{\circ}\text{C}$ の条件で油焼入れを行った後、 $150\sim200^{\circ}\text{C}$ 、2時間の条件で焼き戻しを行った。次に、仕上げの研削加工を行った。これにより、SUJ2からなり表面硬さが $Hv730\sim740$ である玉を得た。

⑤13％Crステンレス鋼からなる素材を所定形状に切削加工した。次に、保持温度 $1000\sim1050^{\circ}\text{C}$ 、油温度 $60^{\circ}\text{C}$ の条件で油焼入れを行った後、 $150\sim200^{\circ}\text{C}$ 、2時間の条件で焼き戻しを行った。次に、仕上げの研削加工を行った。これにより、13％Crステンレス鋼からなり、表面硬さが $Hv720\sim730$ である玉を得た。

## 【0026】

これらの転がり軸受に対して、以下のようにして、耐衝撃性を調べる試験を行った。軸を取り付けるハブに加速度計が付いている衝撃加速度測定機に、転がり軸受を取付け、 $19.6\text{N}$ の予圧をかけた状態でアキシャル方向に種々の高さ（

30～100 cm) から落下させて、落下時の衝撃加速度を測定した。また、この落下を行う前と行った後に、転がり軸受を回転させてアキシャル振動加速度 (G 値) を測定した。

【0027】

この測定の後、落下後の G 値と落下前の G 値との差が 5 mG 以上となった最小の落下高さを調べ、その落下高さでの衝撃加速度により耐衝撃性を判定した。表 1 の耐衝撃性評価値は、比較例 1 の結果 (落下前後の G 値の差が 5 mG 以上となった最小の落下高さでの衝撃加速度) を「1」とした場合の相対値である。

また、これらの転がり軸受に対して、以下のようにして、耐食性転がり寿命を調べる試験を行った。転がり軸受を下記の条件で回転させながら、5%塩化ナトリウム水溶液を 1 分毎に 1 ミリリットル の条件で噴霧した。この回転は、アキシャル振動加速度 (G 値) を常時測定しながら行い、G 値が初期値の 5 倍に達するまでの時間を耐食性転がり寿命とした。表 1 の耐食性評価値は、比較例 1 の結果 (G 値が初期値の 5 倍に達するまでの時間) を「1」とした場合の相対値である。

<回転条件>

ラジアル荷重: 78 N

アキシャル荷重: 20 N

回転速度: 1000 rpm

これらの結果を下記の表 1 に併せて示す。

【0028】

【表1】

	内輪および外輪		転動体			耐衝撃性 評価値	耐食性 評価値
	材料	表面硬さ	材料	表面硬化処理	表面硬さ		
実 施 例	1 Ti-6Al-4V	425~430	SUJ2	クロマイジグ	1050~1100	1.6	2.7
	2 Ti-6Al-4V	425~430	13%CrSUS	Nv窒化	1230~1350	1.7	3.0
	3 Ti-15Mo-5Zr-3Al	475~480	SUJ2	クロマイジグ	1050~1100	1.6	3.1
	4 Ti-15Mo-5Zr-3Al	475~480	13%CrSUS	Nv窒化	1230~1350	1.8	3.6
	5 Ti-15Mo-5Zr	550~555	SUJ2	クロマイジグ	1050~1100	1.7	2.9
	6 Ti-15Mo-5Zr	550~555	13%CrSUS	Nv窒化	1230~1350	1.7	3.5
比 較 例	1 SUS440C	670~675	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	—	1450~1570	1.0	1.0
	2 SUS440C	670~675	SUJ2	クロマイジグ	1050~1100	1.0	1.0
	3 SUS440C	670~675	13%CrSUS	Nv窒化	1230~1350	1.2	1.1
	4 Ti-6Al-4V	425~430	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	—	1450~1570	1.2	2.3
	5 Ti-15Mo-5Zr-3Al	475~480	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	—	1450~1570	1.3	2.6
	6 Ti-15Mo-5Zr	550~555	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	—	1450~1570	1.2	2.5
	7 Ti-6Al-4V	425~430	SUJ2	無し	730~740	1.4	0.4
	8 Ti-15Mo-5Zr-3Al	475~480	13%CrSUS	無し	720~730	1.6	1.3
	9 Ti-15Mo-5Zr	550~555	13%CrSUS	無し	720~730	1.5	1.2

【0029】

この表から分かるように、実施例1～6の転がり軸受は、内輪および外輪が $\beta$

型または ( $\alpha + \beta$ ) 型のチタン合金からなり、玉が、S U J 2 で形成されて表面硬化層としてクロム拡散層を有するか、1 3 % C r ステンレス鋼で形成されて表面硬化層として緻密で均一な窒化層を有することから、耐衝撃性および耐食性に優れたものとなる。

【 0 0 3 0 】

このうち実施例 2, 4, 6 の転がり軸受は、実施例 1, 3, 5 の転がり軸受と比較して特に耐食性に優れ、耐衝撃性の点でも同等以上である。この結果から、内輪および外輪が  $\beta$  型または ( $\alpha + \beta$ ) 型のチタン合金からなり、玉が 1 3 % C r ステンレス鋼で形成されて表面硬化層として緻密で均一な窒化層を有する構成が特に好ましいことが分かる。

【 0 0 3 1 】

これに対して、比較例 1 ~ 9 の転がり軸受は、内外輪と玉の少なくともいずれかが本発明の構成を満たさないため、耐衝撃性および耐食性のいずれの点でも実施例 1 ~ 6 のの転がり軸受同等以下となった。このうち比較例 4 ~ 6 の転がり軸受は、耐食性の点では問題ないが、耐衝撃性の点で実施例 1 ~ 6 の転がり軸受より劣っていた。

【 0 0 3 2 】

なお、この実施形態では、チタン合金として ( $\alpha + \beta$ ) 型チタン合金である T i - 6 A l - 4 V、 $\beta$  型チタン合金である T i - 1 5 M o - 5 Z r - 3 A l および T i - 1 5 M o - 5 Z r を用いたが、その他のチタン合金を用いてもよい。

また、本発明は、転がり軸受以外の転がり支持装置（例えば、ボールねじやリニアガイド）にも適用できる。ボールねじでは、ねじ軸が固定体側の軌道部材であり、ナットが移動体側の軌道部材である。リニアガイドでは、案内レールおよびスライダの一方が固定体側の軌道部材であって、他方が移動体側の軌道部材である。

【 0 0 3 3 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、耐食性および耐衝撃性に優れた転がり支持装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

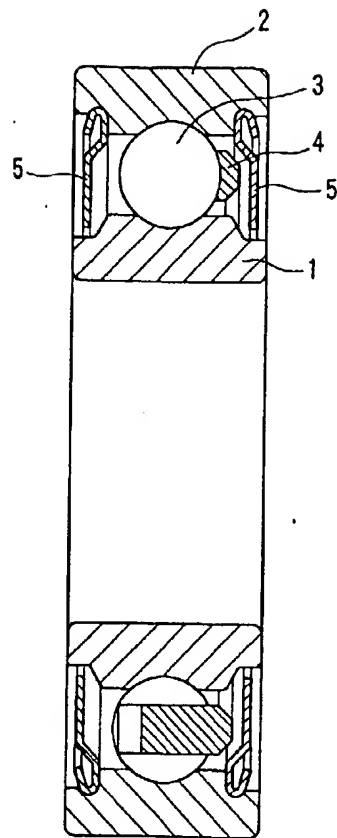
本発明の一実施形態に相当する転がり軸受を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 内輪（軌道部材）
- 2 外輪（軌道部材）
- 3 玉（転動体）
- 4 保持器
- 5 シール

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】耐食性および耐衝撃性に優れた転がり軸受を提供する。

【解決手段】内輪 1 および外輪 2 はチタン合金製とする。玉 3 は、13%Cr ステンレス鋼で形成されて、表面硬化層として緻密で均一な窒化層を有する。

【選択図】 図 1



特2000-336390

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004204]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区大崎1丁目6番3号
氏 名	日本精工株式会社